الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية.
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة الشهيد الشيخ العربي التبسي- تبسة-
UNIVERSITÉ ECHAHID CHEIKH LARBI TÉBESSI – TÉBESSA–
Faculté des Sciences Exactes et Sciences de La Nature et de La Vie
Département : Êtres Vivants

Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de master

Domaine : Sciences de la nature et de la vie (SNV)

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Ecologie et développement durable

Thème :

La variation morphométrique des Carabidae dans quelques habitats et biotopes de Tébessa

Présenté par:

Gadouri Chaima

Devant le jury :

Présidente	Dr. Benarfa Noujoud	MCA	–Université de Tébessa–
Examinatrice	Dr. Mebarkia Nadjoua	MCB	–Université de Tébessa–
Promotrice	Dr. Amri Cherine	MCA	–Université de Tébessa–

Année universitaire : 2024/2025

Remerciements

Mes remerciements les plus sincères vont à **Madame Amri Cherine**, ma directrice de mémoire, pour son encadrement rigoureux, ses conseils précieux, sa patience et sa disponibilité tout au long de ce travail. Son accompagnement a été déterminant dans l'aboutissement de ce projet.

Je remercie également **Madame Benarfa Nejoud** et **Madame Mebarkia Nadjoua**, membres du jury, pour l'honneur qu'elles m'ont fait d'accepter d'évaluer ce travail, ainsi que pour leurs remarques constructives et enrichissantes.

J'adresse aussi mes vifs remerciements à l'ensemble des enseignants et membres de l'équipe pédagogique de **L'Université echahid cheikh larbi tébessi – TÉBESSA–**, pour la qualité de leur enseignement, leur soutien et leur accompagnement durant toutes ces années.

Je n'oublie pas d'exprimer ma reconnaissance aux **techniciens, chercheurs, et professionnels** qui ont facilité la collecte des données ou contribué d'une manière ou d'une autre à enrichir cette étude.

Gadouri Chaima

Dédicace

Avec toute la gratitude du monde et un cœur rempli de fierté, à tous ceux qui ont été un soutien dans mon parcours, à ceux qui ont apaisé la fatigue de mes jours, à ceux qui ont soutenu, patienté et cru en moi, je dédie cette réussite à mes parents bien-aimés. Que Dieu les protège.À chaque kilomètre parcouru quotidiennement, aux heures tardives, aux matins sombres et glacés de cinq heures.

Je t'offre cette réussite parce que tu la mérites .Tu as été la lumière dans l'obscurité, tu as résisté et tu as gagné .Merci de ne pas avoir abandonné, de ne jamais avoir renié ton rêve. Ce diplôme… il est avant tout pour toi. Sois fière, comme je le suis de toi.

À celui qu'aucun autre ne peut remplacer ,Celui qui m'a appris à affirmer mes choix, qui a cru en moi ,Qui a semé en moi la graine du défi, de la force et de la ténacité .Celui à qui Dieu a accordé la prestance et la sagesse ,Celui qui a porté mon parcours sans plainte ni fatigue ,Ma force, mon refuge, mon pilier :Mon père, mon premier amour et mon héros… ****Gadouri Nour Eddine****.

À celle dont la tendresse m'a nourrie, dont la chaleur m'a protégée ,Celle que les mots sont trop faibles pour décrire ,À ce premier cœur qui m'a aimée sans condition ,À celle dont la patience est infinie et le sourire un remède :Ma chère maman, ****Gadouri Salhiha****,

Celle qui rêvait de me voir réussir… aujourd'hui, je réalise ton rêve .À mon refuge, à ma force, à mes piliers :Mes frères et sœurs ****Taher, Yacine, Aridje****

Vous qui m'avez toujours préférée à vous-mêmes ,Vous êtes la lumière de mes jours et l'appui dans chaque épreuve .À ceux dont les prières m'ont accompagnée ,À ceux qui m'ont soutenue en silence,

À ceux qui ont supporté mes humeurs et se sont réjouis pour moi avant même que je sois heureuse ,À ma famille précieuse : mes tantes, mes oncles, ma grand-mère, et ma deuxième maman.

À ces sœurs offertes par le destin ,Ces amies dont la valeur dépasse toutes les paroles ,Les compagnes de route, les rires dans les moments les plus durs ,Vous avez été le baume de mon épuisement .Avec vous, la vie était plus douce, le voyage plus beau, la réussite plus savoureuse .Merci pour votre patience, votre amour et votre présence irremplaçable .À mes chères amies, sans exception.

À tous mes camarades ,Ce diplôme n'est pas une fin…Mais un souvenir de chaque moment partagé,

Une mémoire gravée à jamais dans nos cœurs .Je vous souhaite à tous réussite et bonheur.

Et enfin…

À ceux dont la présence, même discrète, m'a poussée à continuer,

À ceux qui pensaient que mes pas trébucheraient…

Me voici arrivée. Et je dédie cette réussite… uniquement à ceux que j'aime.

Gadouri Chaima

Gadouri Chaima

Résumé

Cette étude vise à évaluer la variation morphométrique des coléoptères Carabidae dans quatre (4) stations situées dans la wilaya de Tébessa. Les stations 1 et 2 représentent des milieux agricoles, tandis que les stations 3 et 4 correspondent à des écosystèmes forestiers. Les spécimens ont été collectés entre la mi-décembre 2024 et la fin avril 2025 à l'aide de pièges Barber et de la chasse à vue. Dix (10) paramètres morphométriques ont été mesurés pour comparer les différences morphologiques entre les individus issus de ces habitats contrastés. Les résultats ont révélé des variations importantes des paramètres entre les écosystèmes choisis, et ont indiqué que ces milieux pourraient être en déséquilibre avec présence de perturbation, reflétant les conditions difficiles qui règnent dans ces biotopes.

Mots-clés : Carabidae, variation morphométrique, biotopes, semi-aride, Tébessa.

Abstract

The aim of this study was to assess morphometric variation in Carabidae beetles at four (4) stations located in Tébessa. Stations 1 and 2 represent agroecosystems, while stations 3 and 4 correspond to forest ecosystems. Specimens were collected between mid-December 2024 and the end of April 2025 using Barber traps and sight hunting. Ten (10) morphometric parameters were measured to compare morphological differences between individuals from these contrasting habitats. The results revealed important variations in parameters between the selected ecosystems, and indicated that these environments may be in disequilibrium with the presence of disturbance, reflecting the harsh conditions prevailing in these biotopes.

Keywords: Carabidae, morphometric variation, biotopes, semi-arid, Tébessa.

الملخص

كان الهدف من هذه الدراسة هو تقييم التباين المورفومتري لخنافس الارض في أربع (4) محطات تقع في ولاية تبسة. المحطتان 1 و 2 تمثلان البيئات الزراعية، بينما المحطتان 3 و 4 تمثلان النظم البيئية للغابات. تم جمع العينات في الفترة ما بين منتصف ديسمبر 2024 ونهاية أبريل 2025 باستخدام مصائد ارضية والصيد المباشر. تم قياس عشرة (10) متغيرات مورفومترية لمقارنة الاختلافات المورفولوجية بين الأفراد في هذه الاوساط. كشفت النتائج عن وجود اختلافات مهمة في المتغيرات بين النظم البيئية المختارة، وأشارت إلى أن هذه البيئات قد تكون في حالة عدم توازن مع وجود اضطرابات، مما يعكس الظروف الصعبة السائدة في هذه البيئات الحيوية.

الكلمات المفتاحية :خنافس الارض، التباين المورفومتري، البيئات الحيوية ، شبه جاف ،تبسة.

Sommaire

Résumé.....*i*

Abstract……...*ii*

ملخص……*iii*

Sommaire……..*iv*

Liste des tableaux……*vi*

Liste des figures…….*vii*

Introduction..... Erreur ! Signet non défini.

Chapitre 1 :Etat de connaissances

1. Diversité des carabidés : **3**

2.Classification..... **3**

3.Habitat..... **4**

4.Morphologie: **4**

4.1. Morphologie des adultes……..**4**

4.2. Morphologie des larves……**5**

4.3. Morphologie des œufs……..**6**

5.Cycle de vie : **6**

6.Importance des carabidés : **7**

Chapitre 2 :Matériel et méthodes

1. Caractérisation de la région d'étude : **9**

1.1. Localisation : **9**

1.2. Climat : **10**

2. Echantillonnage et collecte : **13**

2.1. Choix des stations..... **14**

2.2. Rythme et technique d'échantillonnage : **14**

2.3. Design expérimental :… **15**

3. Traitement des échantillons **16**

4. Mesure des paramètres morphométriques : **16**

5. Exploitations des donnés : **17**

Chapitre3:Résultats

1. L'abondance et l'activité-densité…….....**19**

Sommaire

2. Etude des paramètres morphométriques : 19

2.1. La taille totale (TT) : 19

2.2.La tête (LT): 20

2.2.L'antennes (An) : 21

2.4. L' élytres (Ely) : 22

2.5. Le Pronotum (Pr) : 23

2.6. L' abdomen (Ab) : 24

2.7. La patte postérieure (Pat) : 25

2.8. Le fémur (Fém): 26

2.9. Le tibia (Tib): 27

2.10. Le tarse (Tar): 28

Discussion et conclusion 29

Références 31

Liste des tableaux

Tableau 01 : Les grandes lignes de la classification de la famille Carabidae……..…….3

Tableau2 . Tableau de la répartition mensuelles des températures et des précipitations moyennes de la période 1994-2025 **(Tu tiempo, 2025)……..**10

Tableau 03 : Tableau de la répartition mensuelles des température et des précipitation moyennes de l'année 2024/2025 **(Tu tiempo, 2025)……..……**11

Tableau 4 : Abondance absolue (N) et abondance relative (N%) des carabidé dans les différentes stations et mois d'étude, Tébessa…….... 19

Liste des figures

Figure 1. Face ventrale d'un carabe (Jambon et Bouger, 2013)..... 5
Figure 2 : Les étapes du développement des Carabidae (Trautner et Geigenmüller, 1987). 6
Figure 3: Localisation géographique de la wilaya de Tébessa et positionnement des sites d'étude Oum Ali et Bir El Ater (Qgis, 2025). 9
Figure 4: Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnauls de la wilaya de Tébessa pour la période 1994-2025……..10
Figure 5 : Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnauls de la wilaya de Tébessa pour l'année 2024-2025.. 11
Figure 6 : Position de la région de Tébessa d'étude sur le climagramme d'Emberger. 12
Figure 7 : Les quatre (4) stations d'étude (Cliché Gadouri, 2025). 13
Figure 8 : Schéma récapitulant le design expérimental adopté dans les quatre (4) stations d'étude. 15
Figure 9 : Matériels de tri utilisés au labo (Carbone, 2020)..... 16
Figure 10 : Mesure des échantillons et matériels utilisés. des Carabidae 17
Figure 11: Boxplots représentant les valeurs mesurées de la taille totale des individus capturés dans les quatre (4) stations d'échantillonnage..... 20
Figure 12 : Boxplots représentant les valeurs mesurées de la tête dans les quatre (4) stations d'échantillonnage. Les valeurs encadrées indiquent les valeurs moyennes. 21
Figure 13 : Boxplots représentant les valeurs mesurées des antennes dans les quatre (4) stations d'échantillonnage. Les valeurs encadrées indiquent les valeurs moyennes..... 22
Figure 14 : Boxplots représentant les valeurs mesurées des élytres dans les quatre (4) stations d'échantillonnage. Les valeurs encadrées indiquent les valeurs moyennes. 23
Figure 15 : Boxplots représentant les valeurs mesurées des pronotums dans les quatre (4) stations d'échantillonnage. Les valeurs encadrées indiquent les valeurs moyennes..... 24
Figure 16 : Boxplots représentant les valeurs mesurées de l'abdomen dans les quatre (4) stations d'échantillonnage. Les valeurs encadrées indiquent les valeurs moyennes..... 25
Figure 17 : Boxplots représentant les valeurs mesurées des pattes postérieures dans les quatre (4) stations d'échantillonnage. Les valeurs encadrées indiquent les valeurs moyennes 26
Figure 18 : Boxplots représentant les valeurs mesurées des fémurs dans les quatre (4) stations d'échantillonnage. Les valeurs encadrées indiquent les valeurs moyennes..... 27
Figure 19 : Boxplots représentant les valeurs mesurées des tibias dans les quatre (4) stations d'échantillonnage. Les valeurs encadrées indiquent les valeurs moyennes…… ..... **Erreur ! Signet non défini.**
Figure 20 : Boxplots représentant les valeurs mesurées des tarses dans les quatre (4) stations d'échantillonnage. Les valeurs encadrées indiquent les valeurs moyennes..... 29

Introduction

Introduction

Les Carabidae, une famille riche et cosmopolite de l'ordre des Coléoptères, jouent un rôle écologique fondamental dans les écosystèmes terrestres. Regroupant plus de 40000 espèces décrites à l'échelle mondiale (Lövei et Sunderland, 1996), ces insectes sont présents dans une grande diversité d'habitats allant des zones arides aux forêts tempérées et tropicales. Leur diversité morphologique et fonctionnelle ainsi que leur sensibilité aux variations environnementales font d'eux des bio-indicateurs de premier plan **(Rainio et Niemelä, 2003).** Leur morphologie corporelle, en particulier les traits morphométriques (comme la taille du corps, la longueur des pattes ou des antennes), est souvent liée aux conditions écologiques du milieu. Ces caractéristiques peuvent refléter l'adaptation des espèces à des facteurs tels que le type de sol, la densité de la végétation, ou encore le degré de perturbation anthropique **(Moretti et al, 2009)**. Ainsi, l'analyse morphométrique offre une approche pertinente pour étudier la structure des communautés et leurs réponses aux gradients environnementaux.

En Algérie, bien que plusieurs travaux aient porté sur l'inventaire faunistique des carabidés **(Bouazza et al, 2017),** les études approfondies sur leur variation morphométrique en fonction des habitats demeurent rares, notamment dans les régions semi-arides telles que la wilaya de Tébessa. Cette région, caractérisée par une mosaïque de paysages (zones agricoles, forêts claires ou denses, milieux perturbés), représente un modèle idéal pour explorer les relations entre la morphologie des Carabidae et leurs habitats.

Dans ce contexte, la question centrale de cette étude est la suivante: les caractéristiques morphométriques des espèces de Carabidae varient-elles selon le type de biotope dans la région de Tébessa ? Nous émettons l'hypothèse que les variables morphométriques mesurées varient entre ces habitats, en raison de la plasticité fonctionnelle des espèces face aux contraintes environnementales. Pour répondre à cette problématique, plusieurs objectifs sont été visés : (i) collecter les espèces de Carabidae présentes dans différents types de milieux, (ii) mesurer des variables choisis à priori, (iii) comparer les données entre les stations pour détecter d'éventuelles divergences structurelles. Le présent travail comporte les parties suivantes :

- Chapitre 1 : présente l'état des connaissances sur les Caraidae;
- Chapitre 2 : décrite la zone d'étude, les stations, les méthodes de collecte et les mesures morphométriques ;
- Chapitre 3 : expose les résultats obtenus ;
- Discussion et conclusion, des résultats obtenus avec quelques perspectives.

Chapitre 1 :

Etat de connaissances

Chapitre 1 : Etat de connaissances

1. **Diversité des carabidés**

La famille des Carabidae est l'une des plus riches en espèces parmi les insectes, avec environ 40 000 espèces décrites dans le monde, dont plus de 2 700 en Europe et plus de 1 000 en Afrique du Nord. Cette diversité se manifeste par une grande variabilité morphologique, écologique et comportementale. Les carabes occupent une vaste gamme d'habitats terrestres et présentent des stratégies de vie diverses: certaines espèces sont strictement prédatrices, tandis que d'autres sont granivores ou omnivores. Cette richesse spécifique reflète une forte capacité d'adaptation aux conditions environnementales variées et une grande sensibilité aux changements d'humidité, de structure du sol ou de végétation, ce qui aboutit à leur utilisation permanente comme bioindicateurs dans les études d'écologie terrestre et de conservation **(Rainio et Niemelä, 2003).** Leur réponse rapide aux perturbations environnementales permet de mesurer la qualité écologique des milieux et l'efficacité des mesures de conservation. En conclusion, ce groupe taxonomique représente à la fois un groupe clé pour la dynamique des écosystèmes et un outil précieux pour les scientifiques et gestionnaires d'espaces naturels **(Koivula, 2011).**

2. Classification

La classification des carabidés repose sur des critères morphologiques tels que la forme du pronotum, la structure des antennes et des pattes, ainsi que sur des analyses moléculaires récentes. La position taxonomique des Carabidae est présentée ci-dessous selon **(Bouchard et al, 2011).**

Tableau 01 : Les grandes lignes de la classification de la famille Carabidae.

Rang taxonomique	**Classification**
Règne	Animalia (Animaux)
Embranchement	Arthropoda (Arthropodes)
Sous-Embranche	Hexaboda
Classe	Insecta (Insectes)

Sous classe	Petrygota
Ordre	Coleoptera (Coléoptères)
Sous-ordre	Adephaga
Super-Famille	Carabodea
Famille	Carabidae (Carabidés)

3. Habitat

Les Carabidae occupent une grande variété d'habitats terrestres, allant des forêts denses aux zones agricoles, en passant par les prairies, dunes, milieux humides et même les zones urbaines. La plupart des espèces sont épigées, c'est-à-dire qu'elles vivent à la surface du sol, souvent sous les pierres, les feuilles mortes ou les débris végétaux. Certaines espèces sont spécialisées et présentent des préférences marquées pour des microhabitats particuliers comme les bords de cours d'eau, les forêts anciennes ou les sols sableux. Leur abondance et leur diversité varient selon des facteurs environnementaux tels que l'humidité, la structure du sol, la couverture végétale et le type de gestion des terres. Cette adaptabilité fait des Carabidae d'excellents indicateurs écologiques des modifications de l'habitat **(Niemelä, 2001).**

4. Morphologie

4.1. Morphologie des adultes

Les adultes des Carabidae présentent une morphologie diversifiée, adaptée à une variété de modes de vie prédateurs et à des stratégies écologiques spécialisées. En règle générale, leur corps est allongé et aplatit, ce qui leur permet de se faufiler dans des espaces étroits et d'échapper aux prédateurs (Figure01). Les antennes sont longues et filiformes, permettant la détection de stimuli chimiques, essentiels pour leur comportement de recherche de nourriture et leur orientation dans l'environnement. Le pronotum, partie dorsale du thorax, est bien défini, souvent plus large que long, et parfois orné de protubérances ou de crêtes, selon les espèces. Les élytres, les ailes antérieures rigides, protègent l'abdomen et sont souvent ornées de motifs, de stries ou de points qui varient selon les espèces. Les mandibules sont puissantes et dentelées, permettant de saisir et de découper les proies, souvent d'autres insectes ou des

invertébrés. Les pattes, surtout les pattes postérieures, sont adaptées à la course rapide, avec des fémurs longs et robustes, permettant une grande mobilité et une recherche efficace de nourriture. Certaines espèces de Carabidae, comme le carabe bombardier e.g. *Brachinus*, possèdent des glandes pygidiales qui produisent des produits chimiques défensifs, capables d'être éjectés pour repousser les prédateurs **(Liu et al, 2024).**

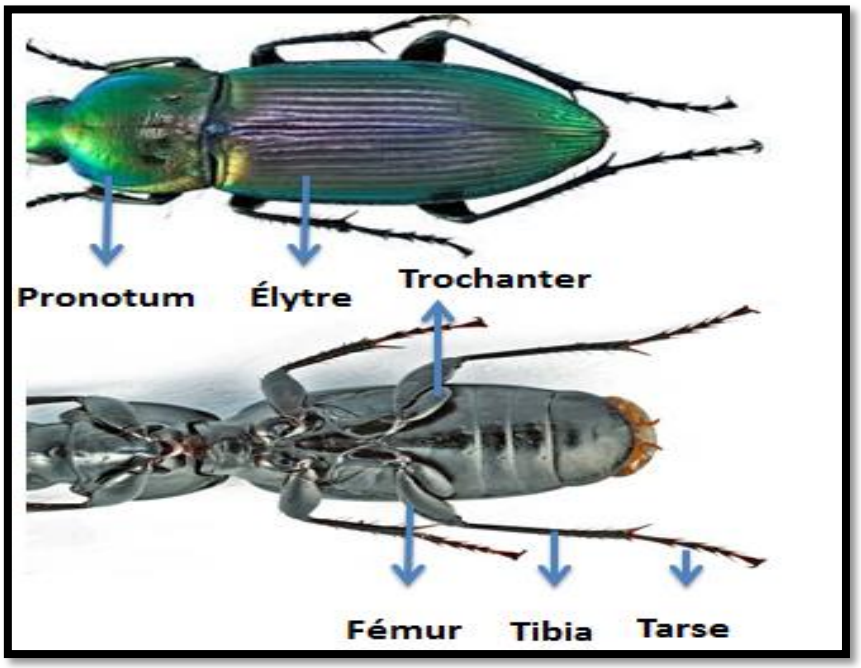


Figure01 : Face ventrale d'un carabe **(Jambon et Bouger, 2013).**

4.2. Morphologie des larves

Les larves de Carabidae ont une morphologie typique dite campodéiforme, autrement dit dépourvue d'ailes et grandissant sans changements de forme au cours des différentes mues. Il existe généralement deux (2) mues, donc trois (3) stades larvaires. Ces larves ont des téguments chitinisés, un corps allongé et grêle, une grosse tête généralement horizontale, des mandibules développées et des pattes relativement longues formées de 6 segments .Leur forme varie peu entre les espèces ; donc ils sont généralement légèrement arqués, rappelant la forme d'un haricot. L'incubation dure en moyenne de 8 à 15 jours **(Trautner et Geigenmüller, 1987).**

4.3. Morphologie des œufs

Chez les Carabidae, les œufs sont généralement ovoïdes à allongés, mesurant de 0,5 à 2 mm selon l'espèce. Ils possèdent une coquille fine et lisse appelée *chorion*, parfois finement sculptée ou présentant des motifs microscopiques visibles en microscopie électronique. La couleur des œufs varie du blanc laiteux au jaunâtre. Les femelles les déposent souvent isolément ou en petits groupes dans le sol, sous des pierres ou dans la litière, afin de les protéger des prédateurs et des conditions environnementales extrêmes. La forme, la taille et la structure des œufs sont des critères importants pour l'identification spécifique et pour l'étude des stratégies reproductives des espèces **(Van Emden, 1947 ; Juliano, 1985).**

5. Cycle de vie

Les Carabidae ont une métamorphose complète ; donc ce sont des holométaboles. Ils passent par trois étapes (œuf, larve et nymphe) (Figure 02).

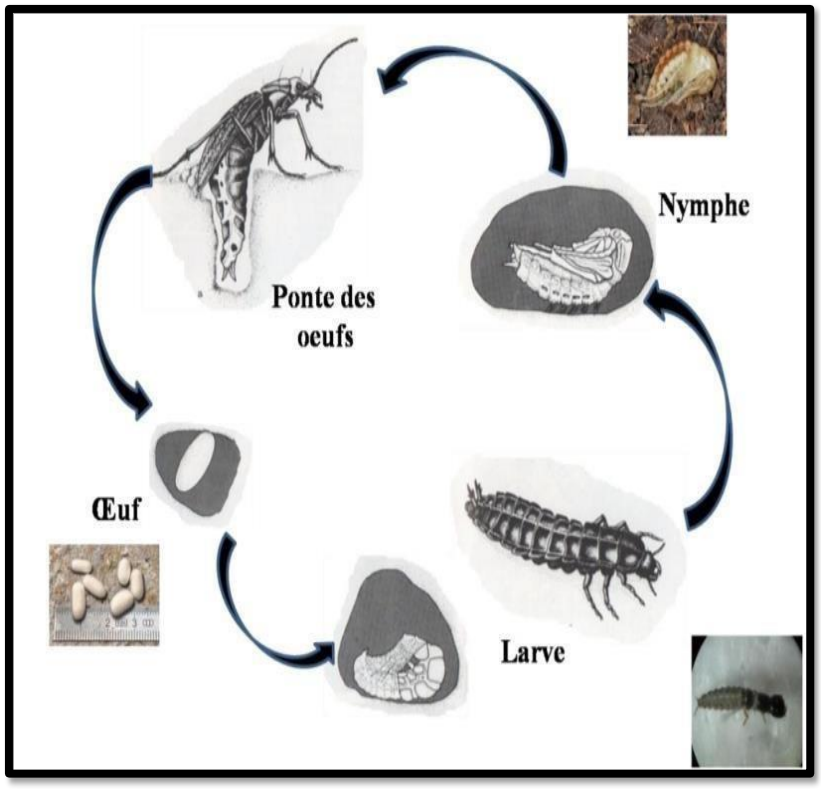


Figure02 : Les étapes du développement des Carabidae **(Trautner et Geigenmüller, 1987)**.

Les larves des carabes sont généralement mobiles dans le sol. Les adultes, actifs principalement la nuit, évoluent à la surface du sol durant la saison chaude, mais s'enfouissent dans les premiers centimètres du sol pendant la journée pour se protéger **(Lovei et Sunderland, 1996).** En hiver, les adultes se réfugient en dehors des parcelles cultivées, privilégiant les bordures enherbées où la végétation dense leur donne une meilleure protection contre le froid **(Dajoz, 2002).** Leurs œufs sont de petite taille, bien que certaines espèces, comme *Carabus coriaceus*, pondent des œufs pouvant atteindre jusqu'à 8 mm de longueur **(Boumalit et Bouhdjar, 2018).** A des différentes profondeurs de ponte, ils déposent leurs œufs sur le sol ou isolément dans de petites logettes préparées *à priori* par la femelle à l'aide d'un organe spécialisé dans la ponte appelé ovipositeur **(Luff, 1987).** Pour éviter le phénomène de cannibalisme lorsque les larves commencent à se nourrir, les œufs sont pondus un par un et dispersés dans des endroits différents.

Le développement larvaire comporte 3 stades, et au terme du dernier, la larve s'enfonce assez profondément en terre pour entamer sa transformation en nymphe. La nymphe est faiblement sclérifiée et de couleur jaunâtre à blanchâtre.

Chez les carabes la durée de la nymphose est brève (de 15 à 45 jours). Lors de l'émergence, le carabe ténéral est blanchâtre et après quelques minutes, il commence à prendre des couleurs plus sombres. Cette chromatogenèse, se produit en même temps que le durcissement des téguments ou la sclérification (chitinisation). Le chromatisme définitif aura lieu entre 36 et 48 heures. Le durcissement complet de l'insecte demande une bonne semaine. Ces diverses étapes se passent évidemment dans la protection de la loge nymphale où l'insecte est très souvent sur le dos **(Trautner et Geigenmüller, 1987).**

6. Importance des carabidés

Les Carabidae jouent un rôle écologique fondamental dans les écosystèmes terrestres, notamment en tant que prédateurs naturels de nombreux insectes nuisibles. Leur présence contribue à la régulation biologique des populations de ravageurs agricoles, ce qui en fait des auxiliaires précieux en lutte biologique intégrée. De plus, certaines espèces sont utilisées comme bioindicateurs de la qualité de l'environnement, en raison de leur sensibilité aux perturbations écologiques comme la pollution, l'usage de pesticides ou la fragmentation des habitats. Leur diversité, leur abondance et leur facilité d'échantillonnage en font un groupe

modèle pour les études de biodiversité et d'écologie appliquée **(Lövei et Sunderland, 1996 ; Rainio et Niemelä, 2003).** Les Coléoptères Carabiques constituent d'une part de bons indicateurs biologiques et sont considérés d'autre part, comme de précieux auxiliaires en agricultures. En tant qu'insectes polyphages, ils peuvent être prédateurs, charognards, phytophages et granivores **(Larochelle, 1990).**

Chapitre 2 :

Matériel et méthodes

1. Caractérisation de la région d'étude

1.1. Localisation

Notre étude a été menée dans la Wilaya de Tébessa. En couvrant une superficie de 13 878 km², cette Wilaya est située à l'extrême nord-est de l'Algérie et fait partie des hauts plateaux de l'est et des vastes steppes du pays. Elle partage une frontière de 297 km avec la Tunisie à l'est, comprenant 10 communes frontalières, et est délimitée par la wilaya de Souk Ahras au nord, Oum El Bouaghi et Khenchela à l'ouest, El Oued au sud**.**

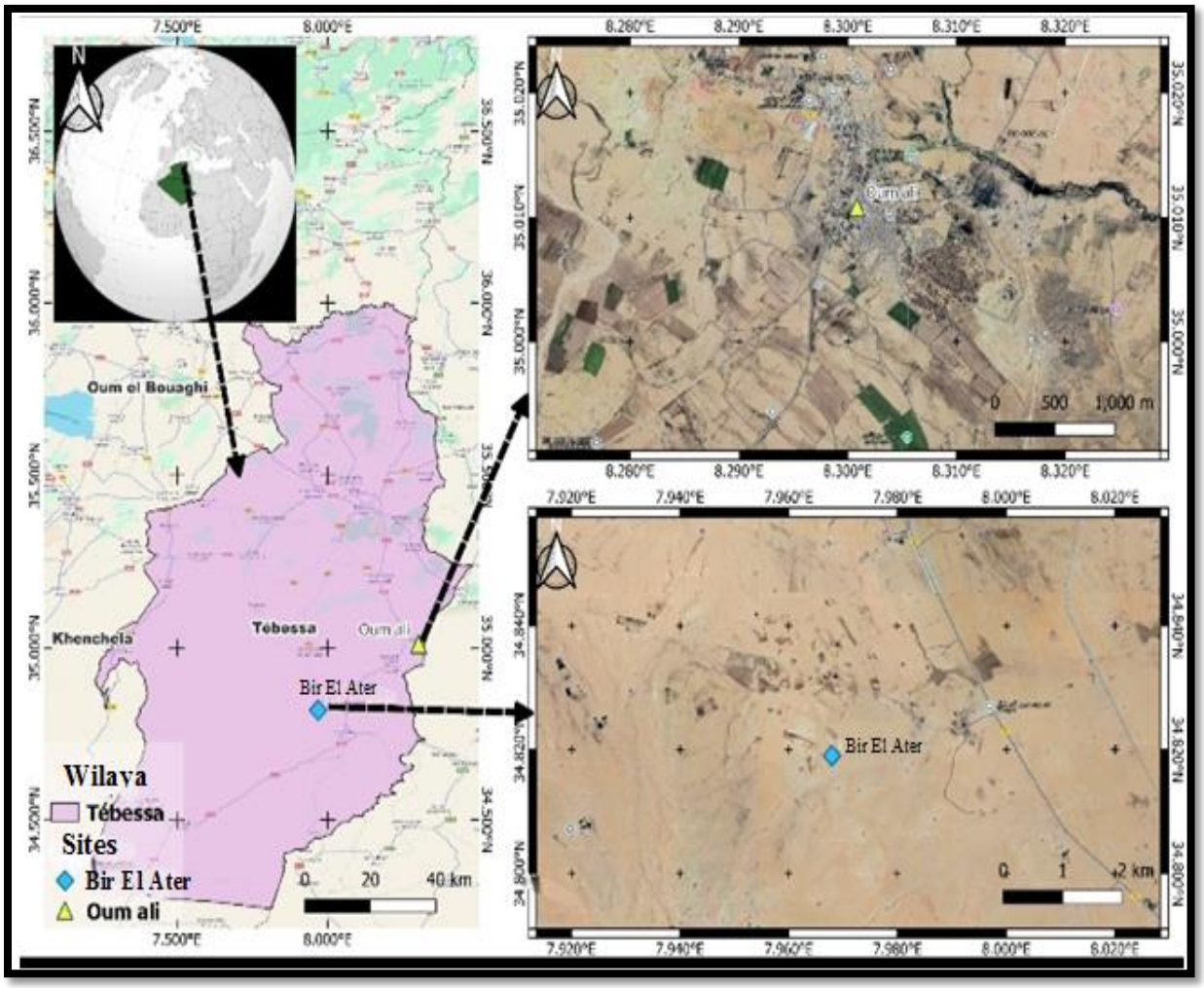


Figure03 : Localisation géographique de la wilaya de Tébessa et positionnement des sites d'étude : Oum Ali et Bir El Ater **(Qgis, 2025).**

1.2. Climat

Tébessa est l'une des provinces orientales de l'Algérie, située à la frontière avec la République tunisienne, ce qui fait que sa situation géographique a un impact direct sur ses caractéristiques climatiques **(Office national de la statistique, 2020)**. Tébessa est située dans la zone semi-aride, où son climat est caractérisé par des hivers froids et pluvieux et des étés chauds et secs, ce qui est une caractéristique du climat méditerranéen transformé par des facteurs continentaux **(Ben Hadibi, 2017).**

Tableau 02 : Tableau de la répartition mensuelles des températures et des précipitations moyennes de la période 1994-2025 (Tu tiempo, 2025).

Mois	P (mm)	T (° C)
Jan	21.68	7.12
Fév	20.77	8.00
Mar	33.14	11.11
Avr	34.80	14.59
Mai	35.58	19.40
Jui	27.18	24.54
Juil	13.07	27.80
Aou	25.26	26.96
Sep	49.46	22.44
Oct	36.30	17.85
Nov	26.49	12.13
Déc	29.63	8.18

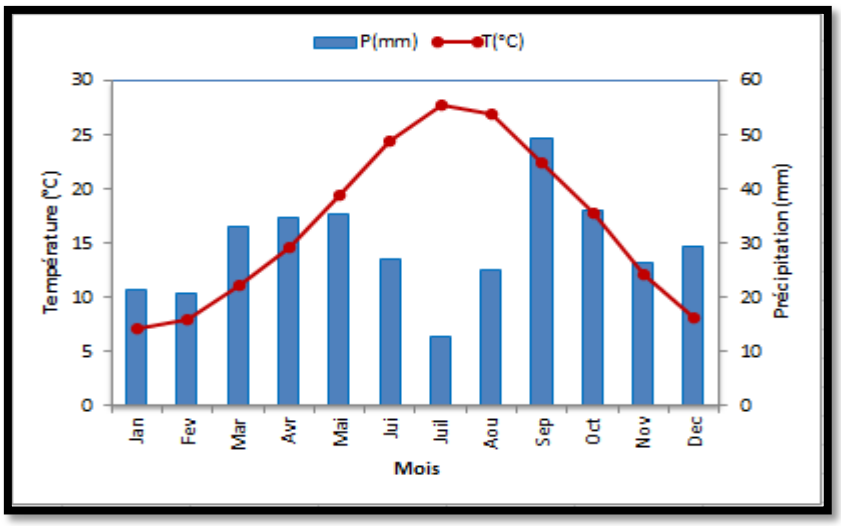


Figure04: Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls de la wilaya de Tébessa pour la période 1994-2025.

Tableau 03 : Tableau de la répartition mensuelles des températures et des précipitations moyennes de l'année 2024/2025 **(Tu tiempo, 2025).**

Mois	P (mm)	T (°C)
Mai	15.50	21.40
Jui	20.07	27.00
Juil	00	29.90
Aou	23.87	27.30
Sep	23.37	22.50
Oct	17.02	20.10
Nov	2.03	14.10
Déc	13.20	7.60
Jan	36.83	8.50
Fév	38.33	8.60
Mar	15.50	13.30
Avr	20.33	14.90

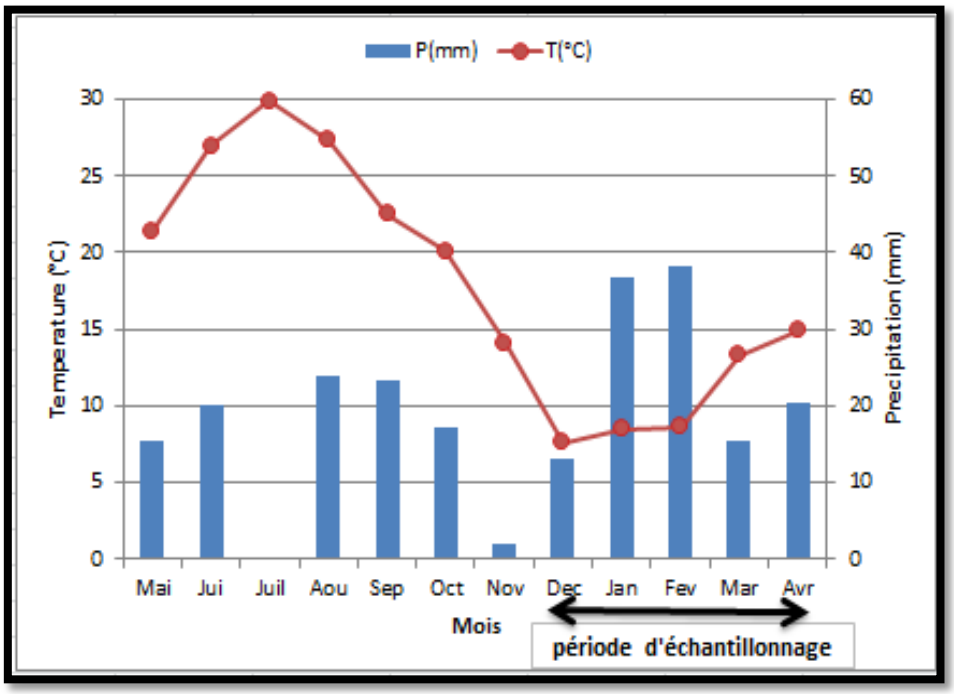


Figure05: Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls de la wilaya de Tébessa pour l'année 2024-2025.

L'analyse du diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls portant sur la période climatique allant de 1994 à 2025 (Figure 04), révèle une saison sèche début de mai- à la fin de aout. De manière notable, l'étude de la saison sèche de l'année 2024-2025 indique une durée prolongée, débutant de mai jusqu'à la fin de décembre (Figure 05).

$$Q = 3.43 \cdot \frac{P}{M - m}$$

- **P** : Pluviométrie annuelle moyenne en mm.
- **M**: Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud en °C
- **m**: Moyenne des températures minimales du mois le plus froid en °C.

L'application du quotient d'Emberger (1994-2025) a permis de classer la région de Tébessa dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver frais (Q=35.19, m=1.78 °c) (Figure 06).

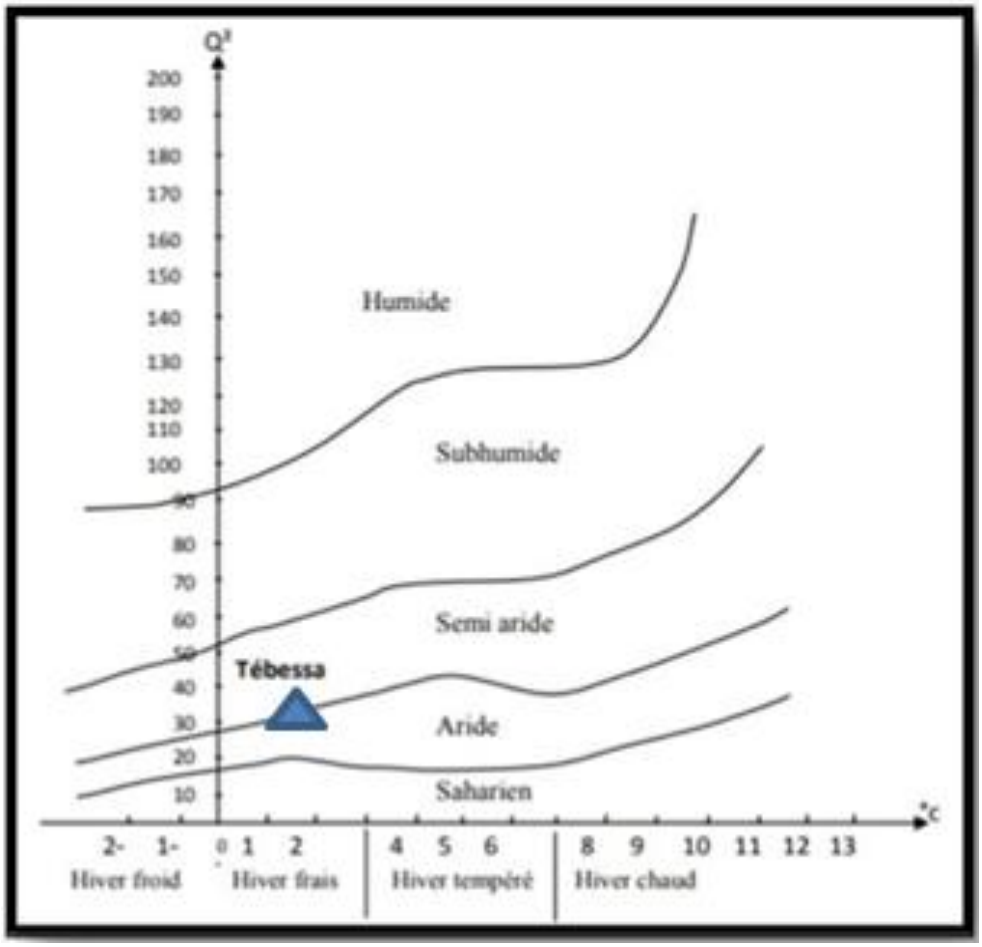


Figure06 : Position de la région de Tébessa d'étude sur le climagramme d'Emberger.

2. Echantillonnage et collecte

2.1. Choix des stations

Afin de collecter les carabidés au niveau de la région de Tébessa, quatre (4) stations d'étude ont été choisies qui sont :

✓ Station1(Sta1) et Station2 (Sta2), étant des agroécosystèmes (figure 07), situés à Bir El Ater (34°44′55″N 8°03′29″E), correspondent respectivement à une parcelle cultivée en blé et une parcelle cultivée en fève. Bir El Ater est situé au sud de la wilaya de Tébessa, proche de la frontière tunisienne, connu pour sa richesse géologique, ses vestiges archéologiques et son importance dans l'industrie minière **(Aumassip, 2004).**

✓ Station3 (Sta3) et Station4 (Sta4), étant des écosystèmes forestiers (Figure 07), situés à Oum Ali (35°00′39″N 8°18′03″E), étant une commune frontalière située dans la wilaya de Tébessa, à proximité immédiate de la frontière tunisienne.

Ces stations d'étude ont été choisies selon plusieurs critères à savoir: (i) type d'écosystèmes et d'habitats, (ii) végétation, (iii) aucune étude récente ou ancienne n'a été effectuée sur la faune carabique dans ces stations et, (iv) l'accessibilité et la sécurité.

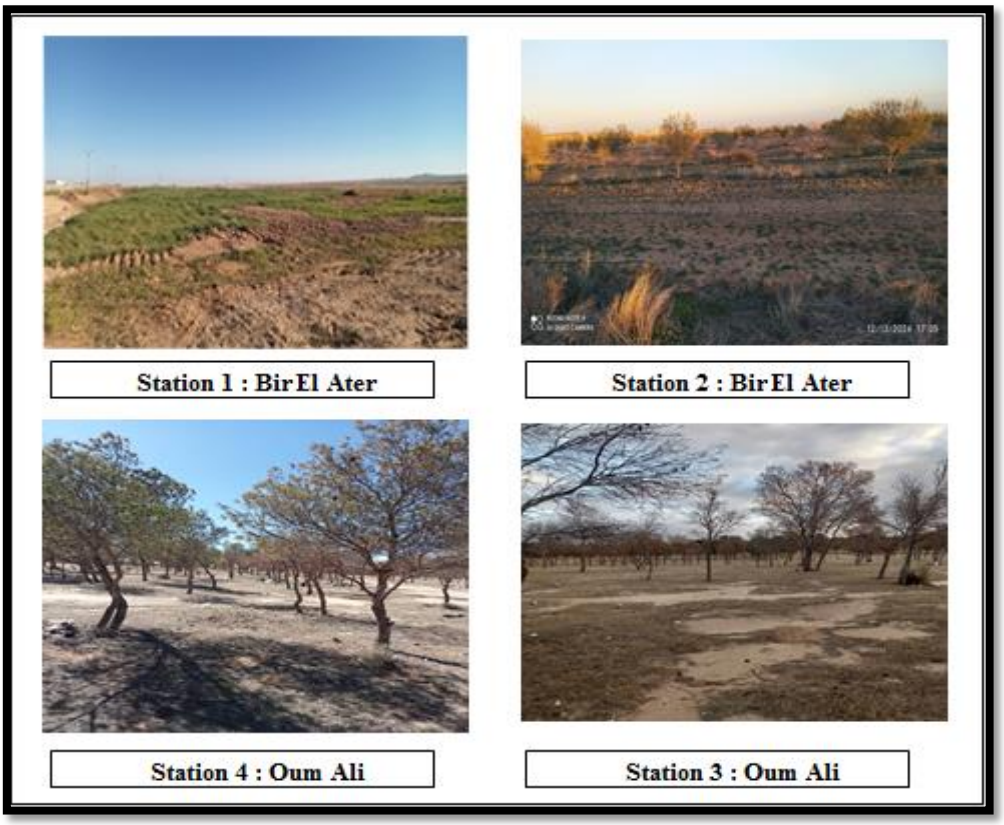


Figure07 : Les quatre (4) stations d'étude **(Cliché Gadouri, 2025).**

2.2. Rythme et technique d'échantillonnage

Les sorties ont été effectuées régulièrement à raison d'une sortie par semaine. Les prélèvements ont duré cinq (5) mois depuis Décembre 2024 jusqu'au mois d'Avril 2025, hormis quelques décalages, à cause des conditions climatiques inéluctables. Dans la présente étude, deux (2) techniques d'échantillonnage ont été utilisées étant:

- **Piège à fosse (piège Barber) :** c'est la méthode la plus utilisée**.** Ces pièges sont définis comme outils puissants dans l'échantillonnage quantitatif normalisé des Arthropodes en général, et des carabidés en particulier **(Niemelä, 2003)**. Les pièges sont des pots en plastique ayant une profondeur de 10 à 11 cm et un diamètre de 5 à 9 cm. Ils ont été enterrés verticalement de façon à créer des puits dans lesquels les individus vont choir, et sont remplis aux deux tiers de leur contenu avec un liquide conservateur (eau, sel, vinaigre et détergent).
- **Chasse à vue:** cette technique est à la fois simple et rapide, et ne dépend pas de matériel. En plus, elle permet d'observer une grande diversité d'espèces. Ainsi, le prélèvement s'effectue en grattant le sol, en soulevant les pierres, les morceaux de bois et en explorant les zones situées sous la végétation **(Boumlit et Bouhdjer, 2018).**

2.3. Design expérimental

Dans toutes les stations, le même design a été adopté. Les pièges ont été répartis équitablement sur deux (2) lignes parallèles et loin l'une de l'autre de 5 m. Au niveau de chaque ligne, dix (10) pots sont enterrés, la distance entre deux (2) pots est de l'ordre d'au moins de 15 m (Figure 08).

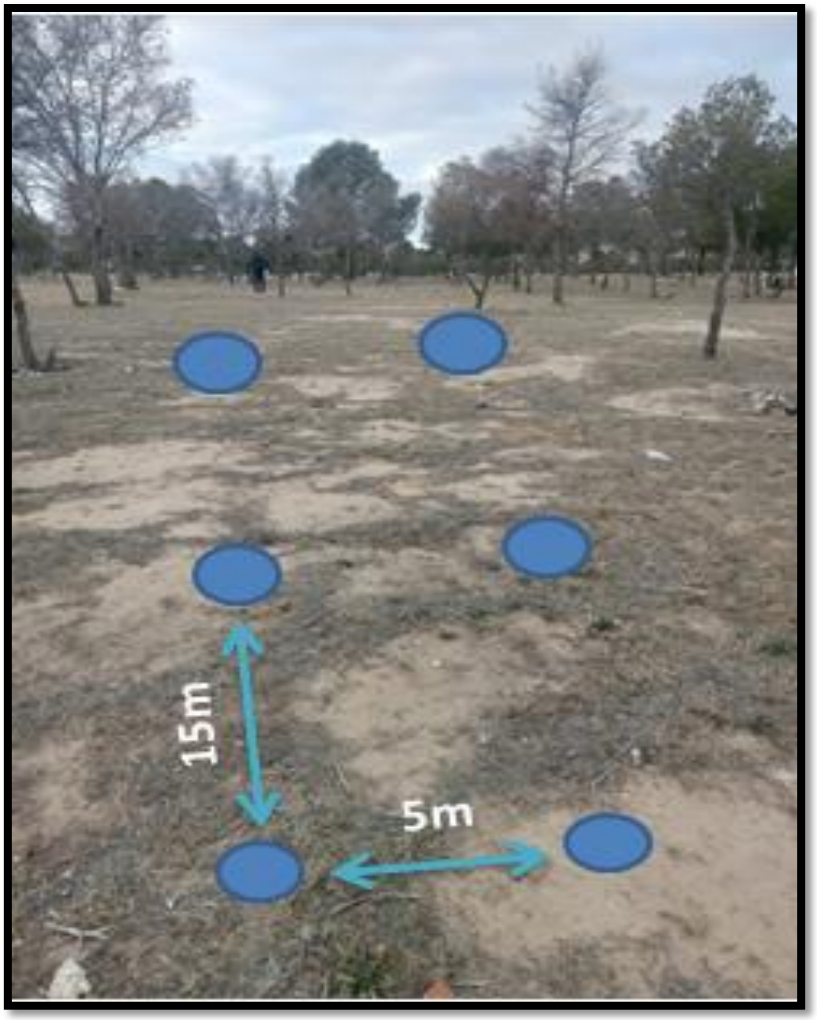


Figure08 : Schéma récapitulant le design expérimental adopté dans les quatre (4) stations d'étude **(Cliché Gadouri, 2025)**.

3. Traitement des échantillons

Après avoir été transportés au laboratoire, les échantillons ont été rincés puis séchés par les papiers absorbants. Ensuite, à l'aide d'une loupe binoculaire à grossissement connu (x10 ou plus) et des pinceaux, les carabidés ont été séparés des autres animaux. Juste après la reconnaissance des carabidés, le dénombrement commence et les valeurs correspondantes ont été insérées dans une matrice, avec des colonnes et des rangées déterminées. Afin de conserver ces spécimens, des tubes à essai remplis de l'alcool (60°) ont été utilisés (figure 09).

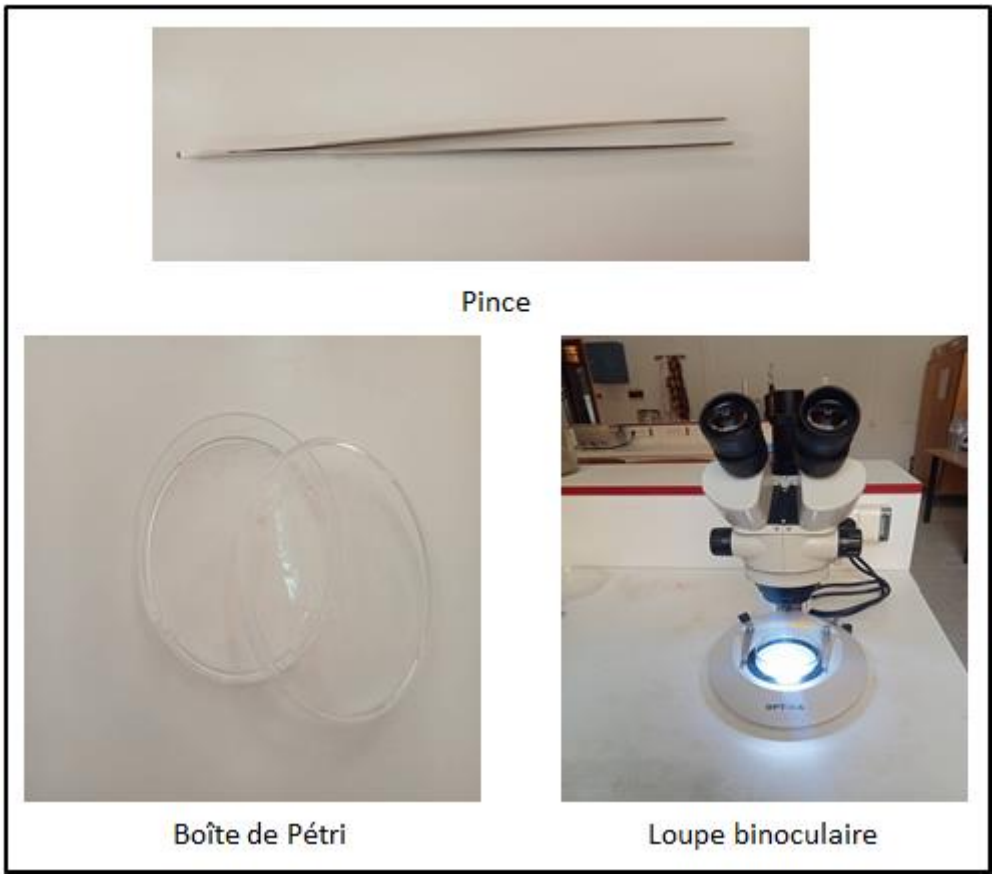


Figure09: Matériels de tri utilisés au labo **(Cliché Gadouri, 2025)**.

4. Mesure des paramètres morphométriques

Les paramètres morphologiques mesurés dans cette étude sont les suivants (Figure10) :

- **Taille totale (TT)** : Mesurée de la tête jusqu'à l'extrémité de l'abdomen de l'individu.
- **Tète (LT) :** Mesurée de la fin de la Pronotum jusqu'à la fin de palpe maxillaire.
- **Antennes (An)** : Longueur mesurée du premier au onzième article.
- **Pronotum (Pr)** : Mesuré au milieu de la face dorsale du carabe, de l'articulation entre la tête et le thorax jusqu'au scutellum.
- **Abdomen (Ab)** : S'étend du scutellum jusqu'à l'apex.
- **Élytres (Ely)** : Du scutellum jusqu'à l'extrémité des élytres.
- **Patte postérieure avec large trochanter** : Inclut les segments du fémur (Fém), du tibia (Tib) et du tarse (Tar).

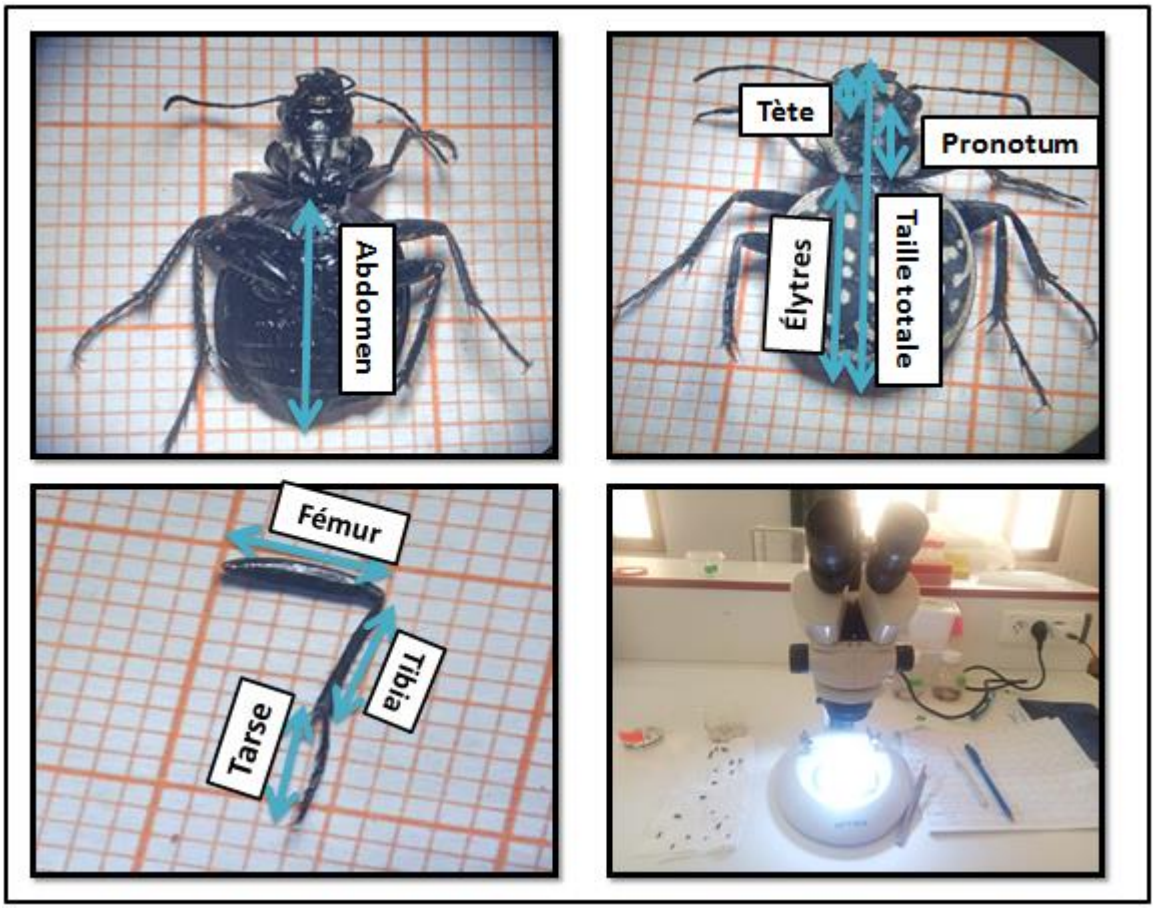


Figure10 : Mesure des échantillons et matériels utilisés **(Cliché Gadouri, 2025)**.

5. Exploitations des donnés

L'abondance absolue (N) représente le nombre total d'individus d'une espèce, tandis que l'abondance relative (N%) est le nombre d'individus d'une espèce par rapport au nombre total récolté **(Magurran, 2004).**

L'activité densité (AD) et le rapport entre le N et l'effort d'échantillonnage, étant égal au produit du nombre de pots et le nombre des jours d'échantillonnage **(Pizzolotto et al, 2018).**

Chapitre3 :

Résultats

1. L'abondance et l'activité-densité

Dans le cadre de cette étude, l'utilisation des pièges Barber dans les différentes stations d'échantillonnage a permis la collecte de 150 individus répartis comme suit: 36 individus (24%) dans la station1, 35 individus (23,33%) dans la station2, 37 individus (24.66%) dans la station3 et 42 individus (28%) dans la station4. Quant à l'abondance temporelle, le mois le plus abondant est le mois d'Avril (69 individus, 46% du total), suivi par le mois de Mars (32 individus, 21,33%), les mois de Janvier et Février avec le même nombre d'individus (21 individus, 14%) et le mois de Décembre (7 individus, 4,66%) (Tableau 04).

Tableau 04: Abondance absolue (N) et abondance relative (N%) des carabidé dans les différentes stations et mois d'étude, Tébessa.

	Décembre		Janvier		Février		Mars		Avril		
Station	N	N%	N	N%	N	N%	N	N%	N	N%	Totaux
1	3	42.85	10	45	9	42.85	8	25	6	8.69	36
2	4	57.14	10	50	9	42.85	8	25	4	5.79	35
3	0	0	1	5	1	4.76	6	18.75	29	42.02	37
4	0	0	0	0	2	9.52	10	31.25	30	43.47	42
Totaux	7		21		21		32		69		150

La valeur observée de l'activité-densité est très faible dans l'ensemble. Elle est de l'ordre de 0,02 individus/piège/jour dans les stations 1 et 2, et de l'ordre de 0,003 individus/piège/jour dans les stations 3 et 4.

2. Etude des paramètres morphométriques

2.1. La taille totale (TT)

La station2 se distingue par la plus grande variabilité des mesures, attestée par son domaine total le plus étendu. Les autres stations (1, 3 et 4) présentent des domaines totaux plus restreints et comparables, suggérant une dispersion des mesures relativement moindre. En plus, les spécimens récoltés dans la stations1 ont la plus grande taille moyenne (1,19 mm) par rapports à ceux récoltés dans les autres stations, dont la moyenne varie entre 0,16 et 0,88 (Figure 12).

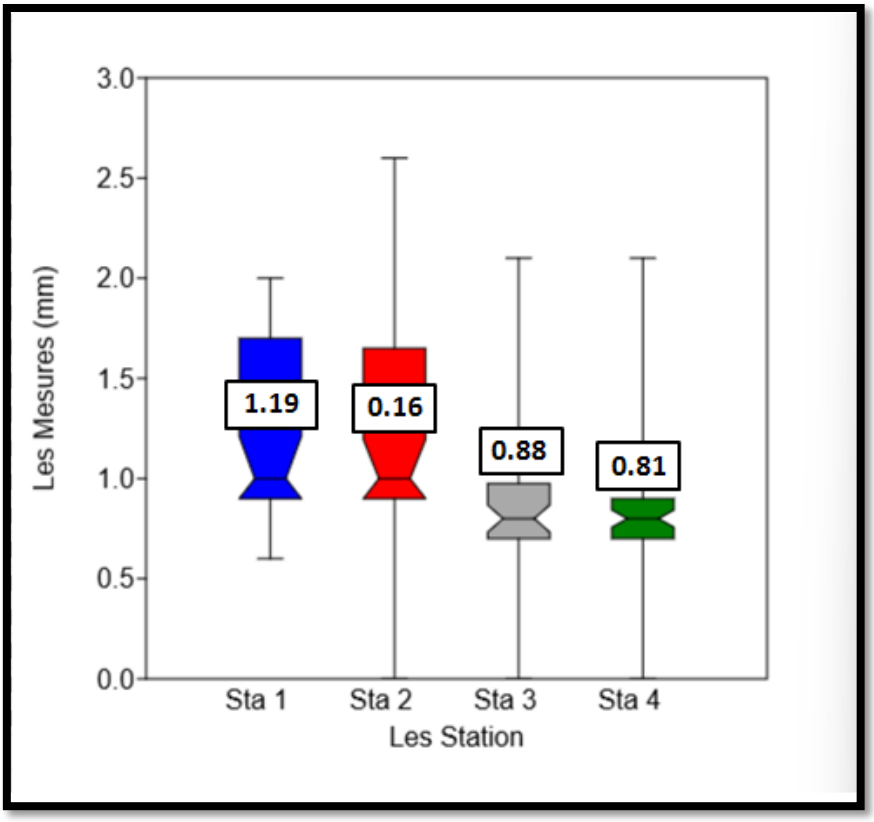


Figure11: Boxplots représentant les valeurs mesurées de la taille totale des individus capturés dans les quatre (4) stations d'échantillonnage. Les valeurs encadrées indiquent les valeurs moyennes.

2.2. La tête (LT)

Le graphique montre que la moyenne des mesures est d'environ 0,27 mm pour la station1, 0,26 mm pour la station2 et 0,18 mm pour les deux stations3 et 4. Les valeurs pour la stations1 et 2 varient entre 0,1 mm et 0,5 mm, avec une dispersion modérée et une distribution presque symétrique. En revanche, pour les stations 2, 3 et 4, les valeurs fluctuent entre 0 mm et 0,6 mm (Figure13).

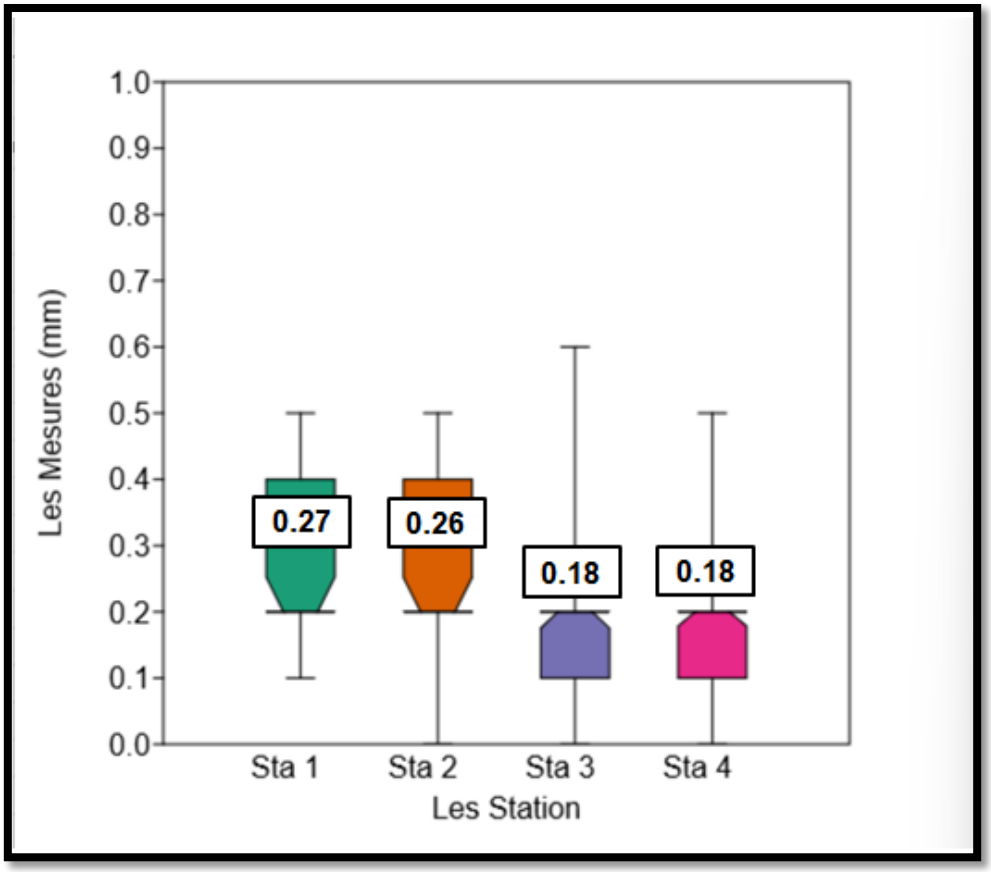


Figure12: Boxplots représentant les valeurs mesurées de la tête dans les quatre (4) stations d'échantillonnage. Les valeurs encadrées indiquent les valeurs moyennes.

2.3. L'antennes (An)

Le diagramme en boîte illustre la répartition des mesures à travers quatre stations, où la station 2 présente la moyenne la plus élevée avec 0,44 mm ainsi qu'une grande variabilité incluant des valeurs extrêmes. La station1 affiche une moyenne de 0,37 mm avec une dispersion modérée, tandis que la station 3 montre une moyenne plus faible de 0,32 mm avec une variabilité comparable à celle de la station 1. Enfin, la station 4 enregistre la moyenne la plus basse de 0,30 mm ainsi que la plus faible dispersion (Figure14).

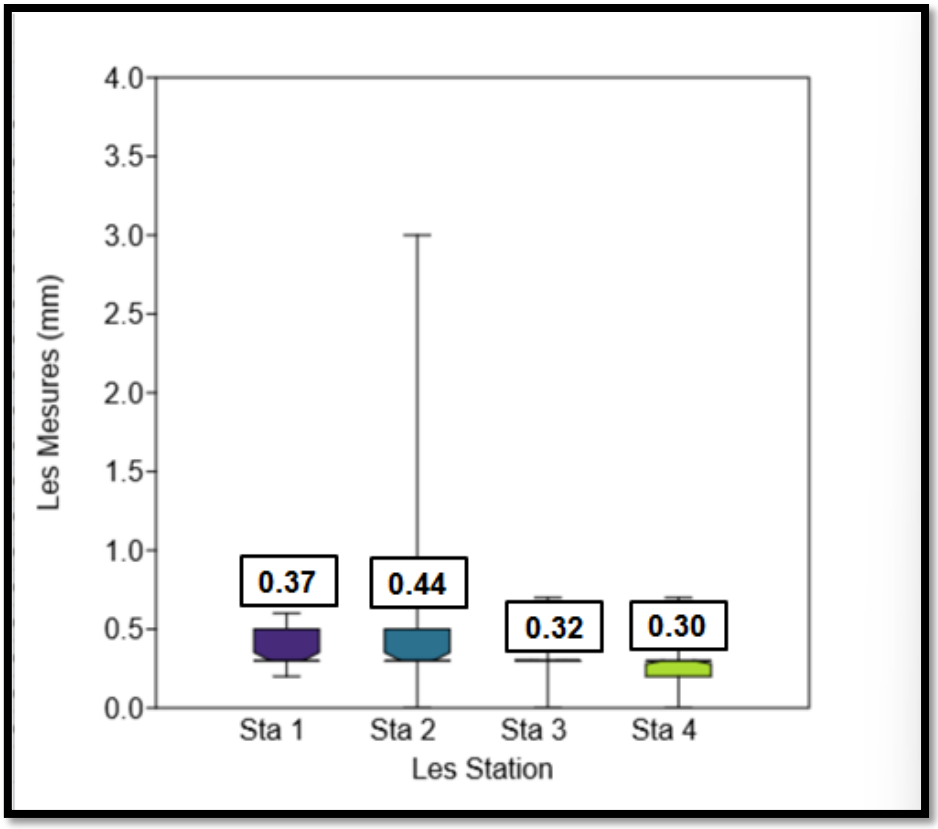


Figure13: Boxplots représentant les valeurs mesurées des antennes dans les quatre (4) stations d'échantillonnage. Les valeurs encadrées indiquent les valeurs moyennes.

2.4. Les élytres (Ely)

Le diagramme en boîte met en évidence des différences notables dans la distribution des mesures (en mm) entre les quatre stations échantillonnées. Les stations1 et 2 présentent les valeurs moyennes les plus élevées, soit 0,71 mm et 0,69 mm respectivement, indiquant des tailles moyennes supérieures par rapport à la station 3 (0,52 mm) et à la station4 (0,49 mm) (Figure15).

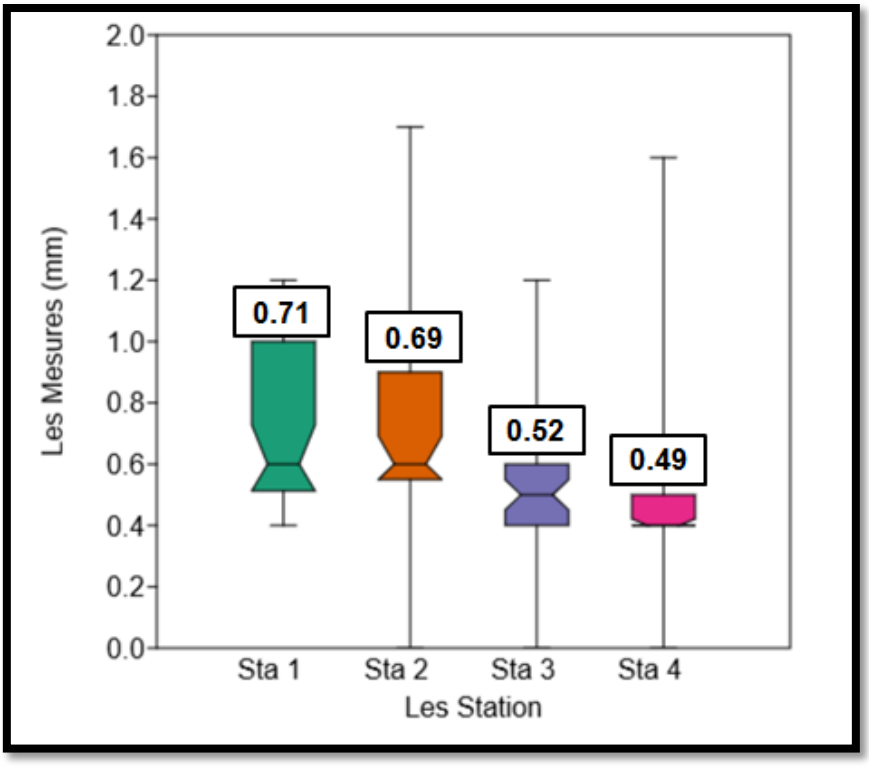


Figure14: Boxplots représentant les valeurs mesurées des élytres dans les quatre (4) stations d'échantillonnage. Les valeurs encadrées indiquent les valeurs moyennes.

2.5. Le Pronotum (Pr)

Les moyennes varient légèrement: station1 (0,22 mm) et station2 (0,21 mm) présentent les valeurs les plus élevées, alors que station3 et station4 affichent une moyenne plus basse (0,16 mm). La dispersion des données est minimale à la station4, suggérant une grande homogénéité, alors qu'elle est plus marquée à la station2 (Figure16).

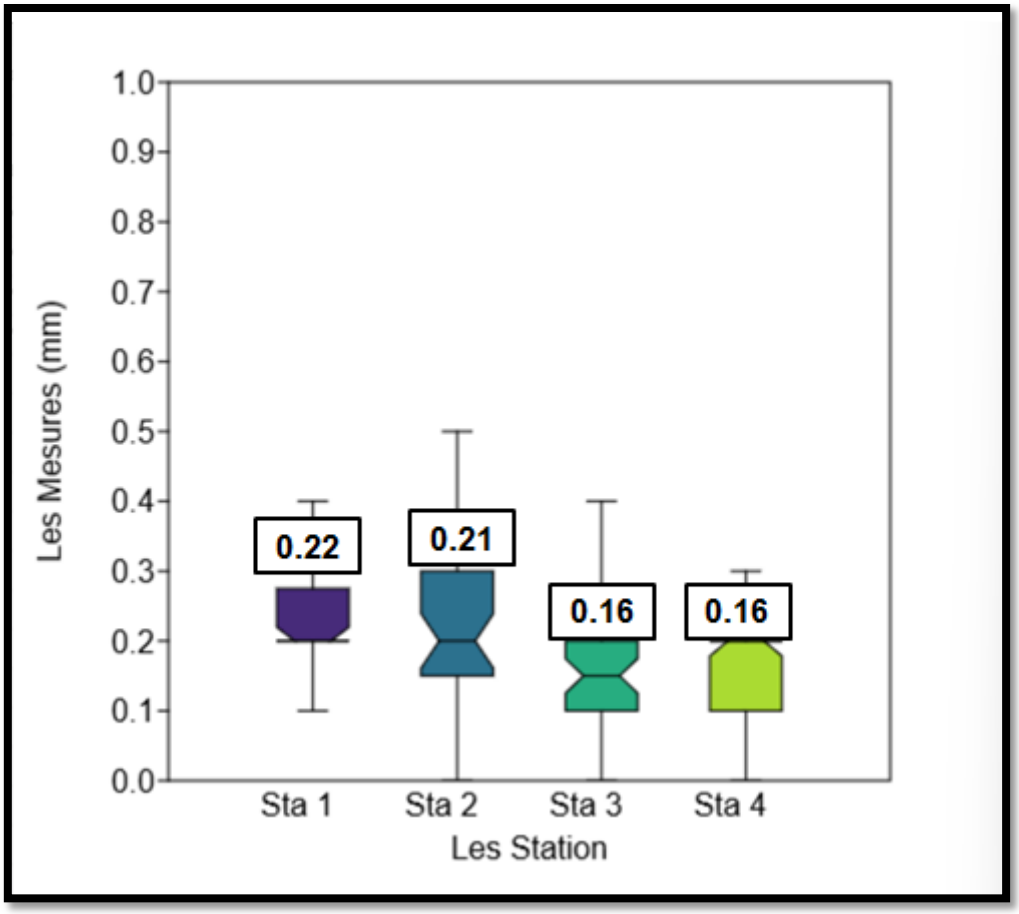


Figure15: Boxplots représentant les valeurs mesurées des pronotums dans les quatre (4) stations d'échantillonnage. Les valeurs encadrées indiquent les valeurs moyennes.

2.6. L'abdomen (Ab)

Les stations1 (0,71 mm) et station2 (0,69 mm) présentent les moyennes les plus élevées, tandis que la staion3 (0,52 mm) et la station4 (0,49 mm) affichent des valeurs plus faibles. La dispersion est maximale à la station2, suggérant une forte hétérogénéité, alors que station4 montre une variabilité réduite malgré quelques valeurs extrêmes (Figure17).

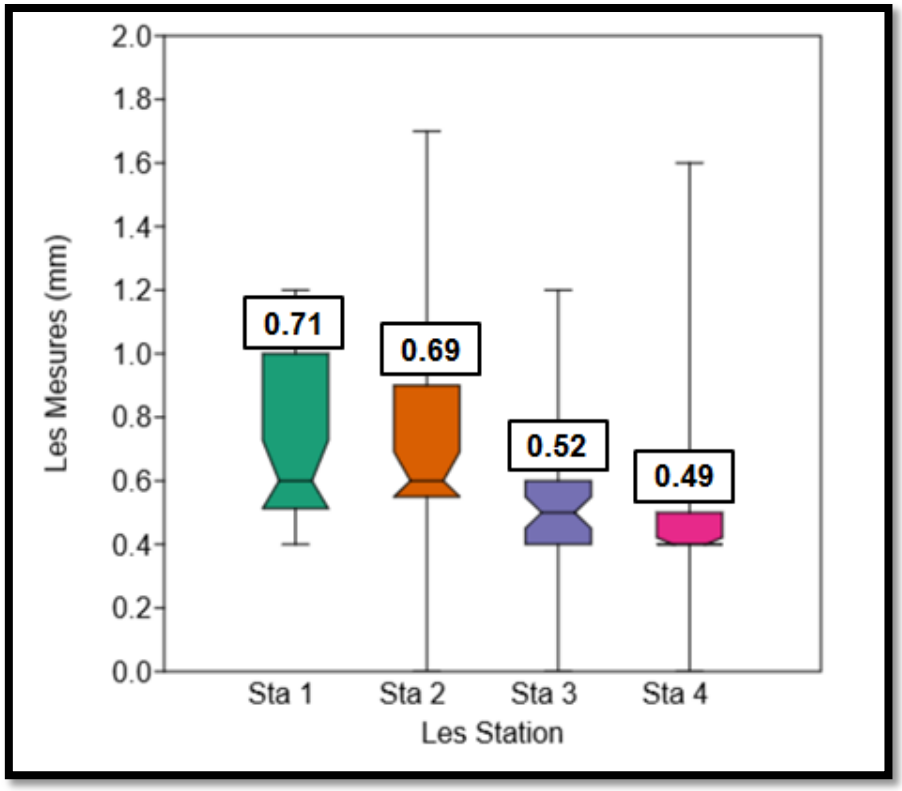


Figure16: Boxplots représentant les valeurs mesurées de l'abdomen dans les quatre (4) stations d'échantillonnage. Les valeurs encadrées indiquent les valeurs moyennes.

2.7. La patte postérieure (Pat)

Le diagramme en boîte révèle une variation significative dans la distribution des mesures entre les quatre stations d'échantillonnage. Les stations3 et 4 présentent les moyennes les plus élevées (0,79 mm et 0,78 mm), indiquant des tailles moyennes supérieures par rapport à la stations1 (0,62 mm) et à la station2 (0,65 mm). La station 2 affiche la plus grande dispersion des données (Figure18).

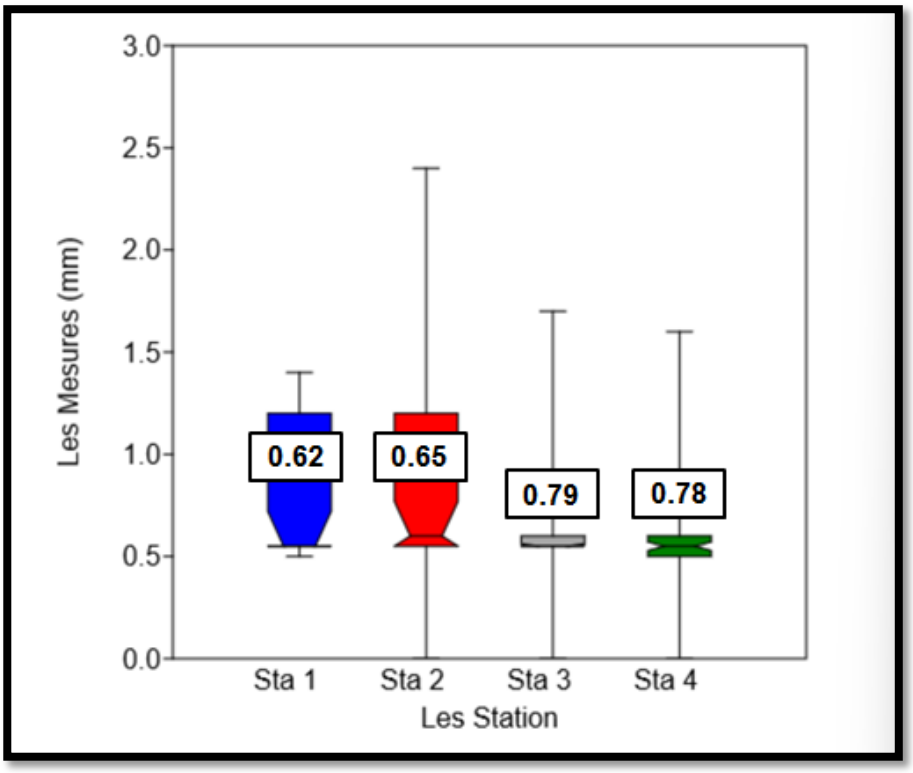


Figure17: Boxplots représentant les valeurs mesurées des pattes postérieures dans les quatre (4) stations d'échantillonnage. Les valeurs encadrées indiquent les valeurs moyennes.

2.8. Le fémur (Fém)

Le diagramme en boîte met en évidence des différences significatives dans la distribution des mesures entre les quatre stations. Les stations 3 et 4 présentent des moyennes plus élevées, respectivement de 0,27 mm et 0,26 mm, comparées aux stations 1 et 2 qui affichent une moyenne identique de 0,22 mm, indiquant une augmentation générale des valeurs mesurées dans les stations 3 et 4 (Figure19).

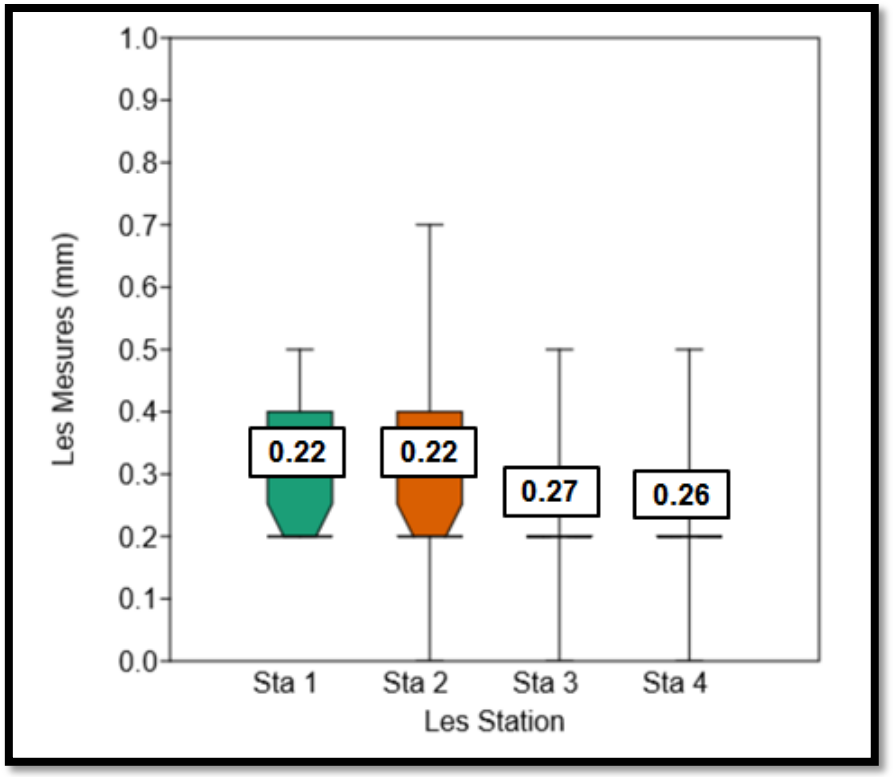


Figure18: Boxplots représentant les valeurs mesurées des fémurs dans les quatre (4) stations d'échantillonnage. Les valeurs encadrées indiquent les valeurs moyennes.

2.9. Le tibia (Tib)

Le diagramme en boîte révèle des différences significatives dans la distribution des mesures entre les quatre stations. Les stations1 et 2 présentent une moyenne élevée (0,28 mm) avec une plus grande variabilité à la station2, tandis que les stations3 et 4 ont des moyennes plus faibles (0,24 et 0,22 mm) avec une dispersion moindre (Figure20).

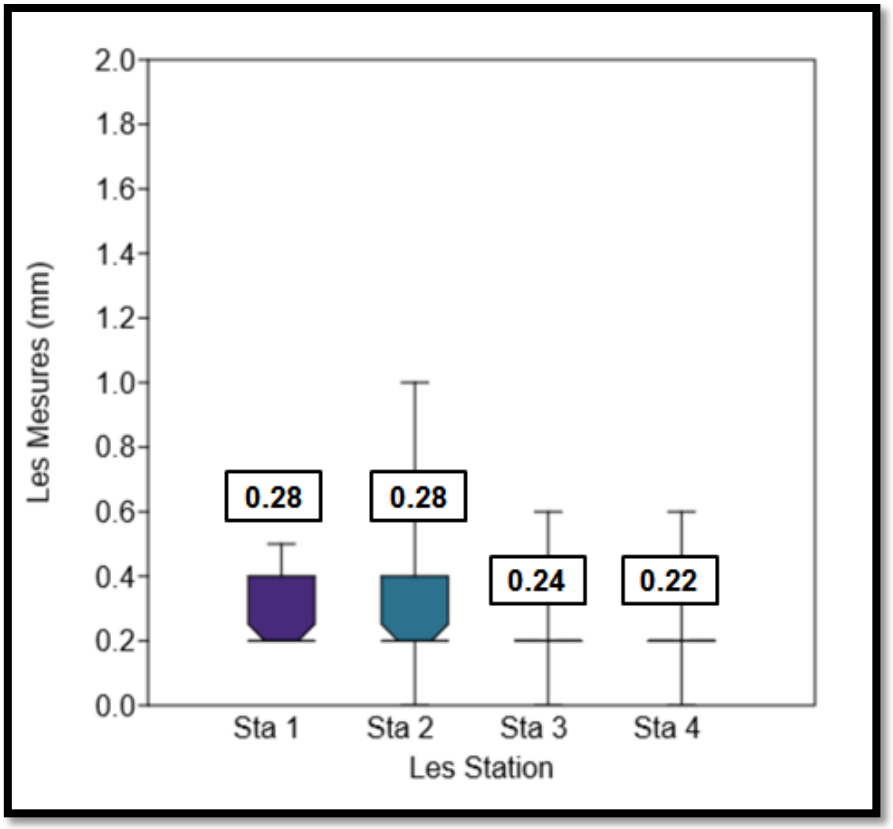


Figure19: Boxplots représentant les valeurs mesurées des tibias dans les quatre (4) stations d'échantillonnage. Les valeurs encadrées indiquent les valeurs moyennes.

2.10. Le tarse (Tar)

L'analyse des mesures moyennes obtenues dans les différentes stations révèle une progression graduelle des valeurs enregistrées. Les stations1 et 2 présentent les tailles moyennes les plus faibles, évaluées respectivement à 0,18 mm et 0,20 mm. En revanche, les stations3 et 4 affichent des valeurs plus élevées, atteignant 0,24 mm et 0,25 mm (Figure21).

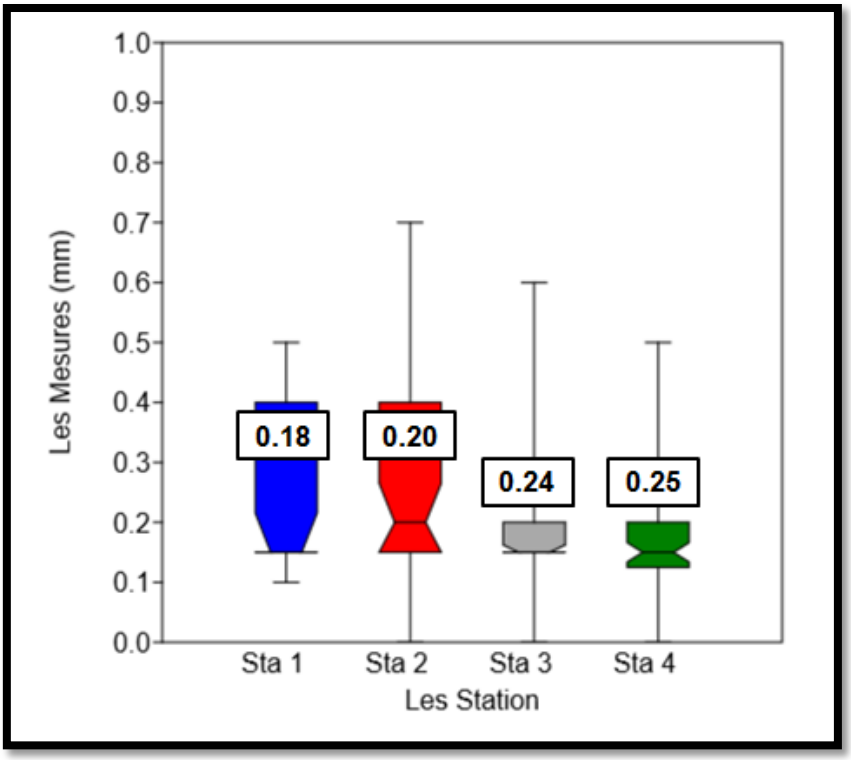


Figure 20: Boxplots représentant les valeurs mesurées des tarses dans les quatre (4) stations d'échantillonnage. Les valeurs encadrées indiquent les valeurs moyennes.

Discussion
et conclusion

Discussion et conclusion

Durant une période de collecte s'étendant de la mi-décembre jusqu'à la fin d'avril, au niveau de quatre (4) stations différentes dans la région de Tébessa, un total de 150 individus a été capturé à l'aide de deux techniques : (i) pièges Barber (40 pots), (ii) la chasse à vue. Beghagha (2023) a récolté 58 individus dans quatre (4) stations d'étude, choisies selon le degré d'urbanisation, dans la région de Tébessa. Par conséquent, cette différence pourrait être attribuée essentiellement aux types et aux caractéristiques des habitats et des écosystèmes échantillonnés. En outre, dans la présente étude, l'abondance était maximale dans les deux stations appartenant à l'écosystème forestier; station4 (42 individus, 28% du total) et station3 (37 individus, 24,66%)), tandis qu'au niveau des stations appartenant à l'agroécosystème, l'abondance était légèrement plus faible. Behgagha (2023) a rapporté une abondance maximale dans l'agroécosystème (champ de céréale) avec 35 individus. Concernant l'abondance temporelle des carabidés, le mois d'Avril était le plus abondant (69 individus, 46% du total), caractérisé par une température de 14,90°C et une précipitation de 20,33 mm, alors que le mois le moins abondant est le mois de Décembre (7 individus, 4,66%), caractérisé par une température de 7,60°C et une précipitation de 13,20 mm. Il est connu que chez les carabidés la température influence le vol, la vitesse de digestion, la fécondité et la survie des larves (Lövei et Sunderland, 1996). Il en est de même pour les précipitations, puisqu'elles ont un effet positif sur la diversité végétale et conséquemment un effet sur la structure des carabidés (Yan et al., 2015).

La période de reproduction représente un trait fonctionnel important, étant donné qu'elle varie selon les espèces. En effet, certaines espèces appelées spring breeders commencent leur période d'activité (stade adulte) dès le début du printemps, vers le mois de Mars, puis le développement larvaire s'effectue durant l'été et l'automne, et l'hivernation a donc lieu au stade adulte (Duchazabeneix Labruyere, 2016). Ces données corroborent avec celles rencontrées aux stations d'étude, où l'abondance commence à augmenter le mois de Mars et devient maximale en mois d'Avril, ce qui traduit que la majorité des espèces dans ces stations seraient des espèces spring breeders.

Les longueurs des fémurs, tibias et tarses postérieurs étaient plus élevées dans la station1 (céréales), ce qui pourrait indiquer une adaptation au déplacement rapide en milieu ouvert. Cela corrobore l'hypothèse avancée par Forsythe (1983), selon laquelle la morphologie des

membres postérieurs chez les Carabidae serait en partie façonnée par leur mode de locomotion dominant. De plus, les antennes plus développées observées dans cette station pourraient renforcer les capacités de détection de proies ou de compétiteurs.

Concernant la taille corporelle, toutes les espèces récoltées étaient de petite taille (< 9 mm) selon la classification de Cole et al. (2002), ce qui pourrait s'expliquer par un niveau élevé de perturbation environnementale, notamment dans les stations agricoles. Selon Magura et al. (2006), les habitats perturbés favorisent la présence d'espèces carabiques de petite taille. Cela semble particulièrement applicable à la station2 (légumineuses), où la structure du pronotum et de l'abdomen était réduite, suggérant une adaptation à un environnement instable.

Les mesures des élytres, bien que plus élevées dans la station1, n'indiquent pas une capacité de vol significative, mais plutôt une préférence générale pour la course, comme le mentionne Roume et al. (2010), ce qui est cohérent avec le comportement des carabidés principalement terrestres.

Ces résultats confirment l'hypothèse de départ: les variables morphométriques présentent des variations entre les milieux étudiés.

En conclusion, les carabidés collectés dans les stations agricoles présentent un profil morphologique associé à la mobilité rapide, typique des espèces de type "coureur-chasseur", tandis que ceux des stations forestières semblent adaptés à un mode de vie plus fouisseur. Ces données ouvrent des perspectives pour de futures recherches intégrant à la fois des paramètres supplémentaires (yeux, mâchoires, thorax) et des traits qualitatifs pour mieux comprendre les réponses écologiques des carabidés aux gradients environnementaux.

Références

-A-

-Aumassip, G. (2004). Les civilisations préhistoriques de l'Algérie. Office des Publications Universitaires.

-B-

-Bouchard, P., Bousquet, Y., Davies, A. E., Alonso-Zarazaga, M. A., Lawrence, J. F., Lyal, C. H., et al (2011). Family-group names in Coleoptera (Insecta). ZooKeys, 88, 1–972.

- Bouazza, M., Lakhdari, W., & Doumandji, S. (2017). Contribution à l'étude des Carabidae (Coleoptera) dans quelques régions d'Algérie. Bulletin de la Société Zoologique de France, 142(3), 237–248.

- Beghagha, M. (2023). Étude écologique des Carabidae dans la région de Tébessa [Mémoire de Master, Université de Tébessa].

- Ben Hadibi, M. (2017). Caractéristiques climatiques de la région de Tébessa. Université de Constantine.

- Boumalit, H., & Bouhdjar, F. (2018). Les Coléoptères Carabidae : étude morphologique et écologique. Université de Batna.

- Bouchard, P., Bousquet, Y., Davies, A. E., Alonso-Zarazaga, M. A., Lawrence, J. F., Lyal, C. H. C., Newton, A. F., Reid, C. A. M., Schmitt, M., Slipinski, S. A., & Smith, A. B. T. (2011). Family-group names in Coleoptera (Insecta). ZooKeys, 88, 1–972. https://doi.org/10.3897/zookeys.88.807

- Baguette, M. (1992). Structure et dynamique des populations de Carabidae forestiers. Thèse de doctorat, Université de Rennes I.

-D-

-Dajoz, R. (2002). Précis d'écologie. Dunod.

-Duchazabeneix Labruyère, P. (2016). Écologie fonctionnelle des coléoptères Carabidae. Thèse de doctorat, Université de Montpellier.

-F-

-Forsythe, T. G. (1983). Mouthparts and feeding of selected ground beetles (Coleoptera: Carabidae). Zoological Journal of the Linnean Society, 79(3), 319–376

-H-

- Hengeveld, R. (1980). Qualitative and quantitative aspects of the food of ground beetles (Coleoptera, Carabidae): a review. Netherlands Journal of Zoology, 30(4), 555–563.

-J-

-Juliano, S. A. (1985). Egg and clutch size in the ground beetle Pterostichus lucublandus: Effects on offspring survival. Oecologia, 68(1), 80–87.

-K-

- Kromp, B. (1999). Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. Agriculture, Ecosystems & Environment, 74(1–3), 187–228.

- Koivula, M. J. (2011). Useful model organisms, indicators, or both? Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) reflecting environmental conditions. ZooKeys, 100, 287–317.

-Kotze, D. J., Brandmayr, P., Casale, A., Dauffy-Richard, E., Dekoninck, W., Koivula, M. J., ... et Zetto, T. (2011). Forty years of carabid beetle research in Europe – from taxonomy, biology, ecology and population studies to bioindication, habitat assessment and conservation. ZooKeys, 100, 55–148

- Koivula, M. J. (2011). Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators. ZooKeys, 100, 287–317.

-L-

- Liu, S., Tong, J., Xu, M., Meng, Q., Shi, Y., Zhao, H., & Li, Y. (2024). The Effect of Elevation Gradient on Distribution and Body Size of Carabid Beetles in the Changbaishan Nature Reserve in Northeast Asia. Insects, 15(9), 688.

- Lindroth, C. H. (1985). The Carabidae (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark. Vol. 1: Fauna Entomologica Scandinavica. Brill Academic Publishers.

- Lövei, G. L., & Sunderland, K. D. (1996). Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). Annual Review of Entomology, 41(1), 231–256.

- Lövei, G. L., et Sunderland, K. D. (1996). Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). Annual Review of Entomology, 41, 231–256.

-Lövei, G. L., & Sunderland, K. D. (1996). Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). Annual Review of Entomology, 41, 231–256. https://doi.org/10.1146/annurev.en.41.010196.001311

-Luff, M. L. (1987). Biology and ecology of carabid beetles. Annual Review of Entomology, 32, 367–389.

-M-

-Magura, T., Tóthmérész, B., & Elek, Z. (2006). Impacts of highway construction on ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in a Hungarian forest. Biodiversity and Conservation, 15, 473–487.

-Magurran, A. E. (2004). Measuring biological diversity. Blackwell Science Ltd.

-N-

-Niemelä, J. (2001). Carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) and habitat fragmentation: a review. European Journal of Entomology, 98(2), 127–132.

- Niemelä, J., & Rainio, J. (2003). Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators. Biodiversity and Conservation, 12(3), 487–506.

-P-

-Pizzolotto, R., Mazzei, A., & Bonacci, T. (2018). Use of activity density to estimate population dynamics of ground beetles. Journal of Insect Conservation, 22(1), 55–64.

-R-

- Rainio, J., et Niemelä, J. (2003). Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators. Biodiversity et Conservation, 12(3), 487–506.

- Ribera, I., Doledec, S., Downie, I. S., et Foster, G. N. (2001). Effect of land disturbance and stress on species traits of ground beetle assemblages. Ecology, 82(4), 1112–1129.

- Roume, A., Ouin, A., Raison, L., Deconchat, M., & Alignier, A. (2010). Abundance and space–time distribution of Carabidae in fragmented habitats. Insect Conservation and Diversity, 3(2), 95–102.

- Rainio, J., & Niemelä, J. (2003). Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators. Biodiversity & Conservation, 12(3), 487–506. https://doi.org/10.1023/A:1022412617568

-T-

-Trautner, J., et Geigenmüller, K. (1987). Tiger beetles and ground beetles: Illustrated key to the Cicindelidae and Carabidae of Europe. Margraf Verlag, Aichtal, Germany.

- Thiele, H. U. (1977). Carabid Beetles in Their Environments. Springer-Verlag.

- Tu Tiempo. (2025). Données climatiques historiques de Tébessa. www.tutiempo.net

-V-

-Van Emden, F. I. (1947). The eggs of the British Carabidae (Coleoptera). Transactions of the Royal Entomological Society of London, 98(5), 105–128.

-W-

- Will, K., Liebherr, J. K., Maddison, D. R., et Galián, J. (2005). Evolutionary relationships of the ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as inferred from 18S ribosomal DNA and morphology. Systematic Entomology, 30(4), 510–525.

-Y-

-Yan, W., Zhang, R. Z., Zhang, S. Y., & Huang, L. (2015). Responses of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) to vegetation complexity and soil moisture in agroecosystems. Journal of Applied En*tomology*, 139(5), 375–385.